

第 38 次南極地域観測隊ドームふじ観測拠点越冬報告 1997–1998

金戸 進¹・山内 恭²

Activities of the wintering party at Dome Fuji Station by the 38th Japanese Antarctic Research Expedition, 1997–1998

Susumu Kaneto¹ and Takashi Yamanouchi²

Abstract: The wintering party of the 38th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) at Dome Fuji Station, consisting of 9 personnel, carried out observation programs from January 25, 1997 to January 24, 1998, as the third and last year of the wintering. Project-oriented programs of meteorology and glaciology, named “Change in Mass Balance and Dynamics of the Ice Sheet” and “Atmospheric Circulation and Material Cycle in the Antarctic” were mainly conducted. In the former project, deep ice core drilling had been planned to be continued; however, due to the stuck of drill during JARE-37, drilling could not be continued, and only analyses of ice cores drilled beforehand were carried out. Also, other glaciological observations, shallow core drilling and traverse observations were carried out. In the latter project, new observations of Polar Stratospheric Clouds (PSCs) using lidar and balloons, and aerological observation using GPS sondes and radiation measurements, were extensively made. The observations revealed the growth and decay of PSCs throughout the year and abrupt change of heat and moisture transport associated with wintertime blocking formation. The logistics, including digging snow for the water supply, carrying fuel drums into the station buildings from the depot and setup of vehicles during the severe cold winter were hard work. Supply of fuel from Syowa Station conducted during the austral spring made two traverse observations possible. Finally, the station was closed with the help of JARE-39 members.

要旨: 第 38 次南極地域観測隊ドームふじ観測拠点越冬隊 9 名は、1997 年 1 月 25 日から 1998 年 1 月 24 日までの 1 年間、ドームふじ観測拠点での 3 年目、最終年の越冬観測を実施した。今次隊では、気水圏系プロジェクト研究観測の「氷床変動システム研究観測」と「南極大気・物質循環観測」を主に実施した。前者では、36 次隊から続けられた氷床深層掘削が中心課題として計画されていたが、前次隊末のドリルスタック以来、液封液の補充を続けたがドリルを回収できず、深層掘削の再開には至らなかった。しかし、前年までに掘削された氷床コアの現場処理・解析を続け、多くのコア試料を持ち帰った他、雪氷観測、浅層掘削、内陸旅行観測を行った。後者では、新たな観測として、ライダーによる極域成層圏雲の観測や GPS ゾンデによる高層観測、大気循環場の観測等を精力的に実施し、初めて内陸での極成層圏雲の通年の盛衰を捉えたり大気循環場のブロッキング高気圧に伴う熱や水

¹気象庁。Japan Meteorological Agency, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8122.

²第 38 次観測隊長。国立極地研究所。Leader of JARE-38. National Institute of Polar Research, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515.

蒸気の流入を捉えるといった成果を上げることができた。これら観測を支える設営面では、水作りのための雪取りや、燃料ドラムの搬入、低温下での車両の立ち上げに苦勞した。燃料事情は厳しかったが、昭和基地からの補給を行ったことで内陸調査旅行が可能となった。越冬最後に、基地の閉鎖作業を行い、基地を後にした。

1. はじめに

第 38 次南極地域観測隊（以下 38 次隊）は、昭和基地での越冬観測に加え、ドームふじ観測拠点（77°19'S, 39°42'E, 3810 m a.s.l.; 以下、適宜「ドーム」と略す）での 3 年目、最終年の越冬観測を実施した。

38 次隊では、南極観測第 V 期 5 カ年計画の 1 年次に当たり、様々なプロジェクト、モニタリング研究観測が開始されたが、その中で気水圏系の「極域大気—雪氷—海洋圏における環境変動機構に関する研究」を重点的に実施すべくドームふじでの越冬観測を行うこととなった。特にその中で、36 次隊、37 次隊に引き続き氷床深層掘削を中心とする「氷床変動システムの研究観測」および新しくライダーや GPS ゾンデによる広範囲の大気観測を実施する「南極大気・物質循環観測」が重点課題であった。

観測計画の立案、隊の編成については、既に昭和基地越冬報告にまとめて記載されている通りである（山内, 1999）。ドームでの越冬は、38 次越冬隊員 40 名の内、表 1 に示す金戸進観測副隊長（兼越冬副隊長）他 9 名で担った。

以下、各章に、ドームでの越冬概要を記すが、詳しくは国立極地研究所編（1998）を参照のこと。

表 1 第 38 次南極地域観測隊ドームふじ観測拠点越冬隊員名簿
Table 1. Wintering personnel of JARE-38 at Dome Fuji Station.

担 当	氏 名	年齢*	所 属	隊経験等
副隊長 (兼越冬副隊長)	かねと すすむ 金戸 進	46	気象庁観測部	19・28 次越冬
気水圏系	もとやま ひであき 本山秀明	39	国立極地研究所研究系	31 次夏, 34 次越冬
〃	ひらさわ なおひこ 平沢尚彦	37	国立極地研究所情報科学センター	
〃	はやし まさひろ 林 政彦	37	名古屋大学太陽地球環境研究所	32 次越冬
〃	かわむら やすし 川村泰史	28	奈良女子大学	
機 械	さとう よういち 佐藤洋一	34	国立極地研究所事業部（いすゞ自動車）	
通 信	にしひら りょう 西平 亮	27	国立極地研究所事業部（共同通信社）	
調 理	にしむら しゅん 西村 淳	44	海上保安庁警備救難部	30 次越冬
医 療	ふくだ まさと 福田正人	45	国立極地研究所事業部（砂川市立病院）	

*1997 年 2 月 1 日現在

2. 越冬経過概要

第 38 次ドームふじ観測拠点越冬隊は 1997 年 1 月 25 日に越冬を開始し、1998 年 1 月 24 日に基地を仮閉鎖して越冬を終了した。

「しらせ」から S16 への空輸は、人員は 1996 年 12 月 20 日に行われ、物資は 21 日から 24 日まで行われた。平行してドーム旅行のための車両整備、物資積み込み等が S16 で行われ、29 日午後、38 次隊のドーム越冬隊員 9 名と支援隊員 4 名で旅行隊は出発した。使用した雪上車は SM100 型 4 台、SM50 型 3 台でけん引したそりは 35 台、物資量は約 90 トンであった。途中、ドームの 37 次隊からの連絡で、深層掘削ドリルが掘削穴に引っ掛かり、緊急に液封液の酢酸ブチルが必要になり、みずほ基地から緊急輸送隊を編成することとなった。緊急輸送隊はドームから迎えに下った 37 次の雪上車を加え SM100 型 2 台、そり 9 台で 1 月 2 日夜半前、みずほ基地を出発、24 時間走行を続け、6 日の早朝にドームに到着した。38 次旅行隊本隊は、みずほ基地と中継拠点で燃料を補給したほか、MD22 では 37 次補給隊がデポしたヘリウムボンベそり 1 台を回収し、ルート標識の整備、雪尺測定、積雪サンプリングなども実施して、1 月 16 日に 37 次隊の待つドームに到着した。

ドームでの夏作業は、越冬準備としての燃料や資材のデポ等の作業のほか、大気観測のための大気観測棟の建設や大気球充填雪洞の掘削等を行い 2 月末にはほぼ越冬態勢が整った。なお、深層掘削ドリルの回収は、酢酸ブチルの注入によっても実現せず、38 次越冬中は掘削を再開することはできなかった。

越冬中は、予定した各種の観測が上記の深層掘削を除いてほぼ順調に実施されたほか、観測旅行を 11 月と 12 月に実施し、1968 年に閉鎖された米国のプラトー基地を発見した。

昭和基地からの補給旅行隊は 10 月 28 日に到着、ドラム 127.5 本の燃料をドームに補給し、車両整備等を実施したのち、多くの廃棄物や不要物品を積み込み 11 月 3 日、帰路についた。38 次のドーム越冬のための燃料計画は、当初から補給旅行隊による補給を前提にして計画されており、この燃料補給により上記観測旅行の実施も可能となった。

39 次旅行隊は 1998 年 1 月 8 日に、39 次 4 名 38 次 1 名が SM100 型 3 台でドームに到着、ただちに掘削ドリル回収のための高密度液注入などの作業を行った。帰路旅行は 2 つに分かれ、先発隊は 38 次 5 名 39 次 1 名で車両は SM100 型 3 台、そり 21 台（内 9 台が氷床コアそり）で 1 月 17 日に出発、途中で気象ゾンデ観測などを実施した後、S30 では氷床コアの空輸を実施し、2 月 1 日に S16 に到着、翌日「しらせ」に回収された。後発隊は 38 次 5 名 39 次 3 名で、1 月 24 日に発電機を停止し閉鎖作業を実施した後、SM100 型 3 台、SM50 型 2 台、そり 22 台で出発、途中で無人気象観測装置の保守や破損そりの回収などを行ったのち、2 月 6 日に S16 に到着、8 日に「しらせ」に帰船した。これらの帰路旅行でも可能な限り廃棄物や不要物品の輸送を行った。

3. 観測経過概要

ドームふじ観測拠点における観測は、気水圏系の研究観測「極域大気―雪氷―海洋圏における環境変動機構に関する研究」の下「氷床変動システムの研究観測」および「南極大気・物質循環観測」が中心となったが、その中で定常的な地上気象観測も引き続き実施したほか、生物・医学観測も医療担当隊員により行われた。

3.1. 地上気象観測

第36次から始まったドーム越冬用の観測装置による観測が、1998年1月20日まで続けられた。観測結果は毎週月曜に極地研観測協力室、極地研気水圏研究グループ、気象庁南極観測事務室に報告された。国立科学博物館で開かれた「南極展」には、日最高気温と日最低気温が7月18日から11月16日まで通報された。

1997年の年平均気圧は597.6 hPa、年平均気温は -54.4°C 、年平均風速は6.1 m/sで、38次隊で記録した最高気温は -21.1°C 、最低気温は -79.7°C 、最大風速は16.5 m/s、最大瞬間風速は19.6 m/sであった。図1に旬別の平均値を示した。また、ブリザードは昭和基地とは基準が異なるが、B級が5回、C級が6回で、とくに10月から12月に6回が観測され建物等はドリフトに埋もれた。

大気混濁度の観測は、携帯型サンフォトメーターにより1997年2月から4月までと、9月から1998年1月まで行われた。

3.2. 氷床変動システムの研究観測

5カ年計画で行われた氷床ドーム深層掘削観測は37次隊で終了し、38次隊からはプロジェクト研究観測として標記観測が5カ年計画で開始された。38次隊では、ドームふじ観測拠点における深層掘削、掘削孔検層、雪氷表面観測や、多点での無人気象観測、ドームふじ観測拠点周辺域における雪氷観測、浅層掘削が計画されたが、概要で述べたように掘削ドリルが引っかかったため深層掘削と掘削孔検層は実施できなかった。

雪氷表面観測は降水量や蒸発・凝結量の観測が毎日続けられ、雪尺測定や表面積雪採取が月2回、ハイボリュームエアサンプリングや積雪断面観測がほぼ月1回行われた。また、熱収支観測のため、地表付近のおおよそ1 mと0.1 mの2高度で気温と風速を、積雪内6点で雪温を観測した。

無人気象観測は、ドームへの往路旅行でH21でデータ回収、電池交換を行ったほか、ドームふじ観測拠点に米国製無人気象観測装置(AWS: ウィスコンシン大学と共同)を設置、36次隊が設置した1台とあわせて通年運用した。越冬終了後、36次隊設置の1台を回収し帰路旅行でみずほ基地に設置を計画したが輸送途中の損傷で持ち帰りとなった。

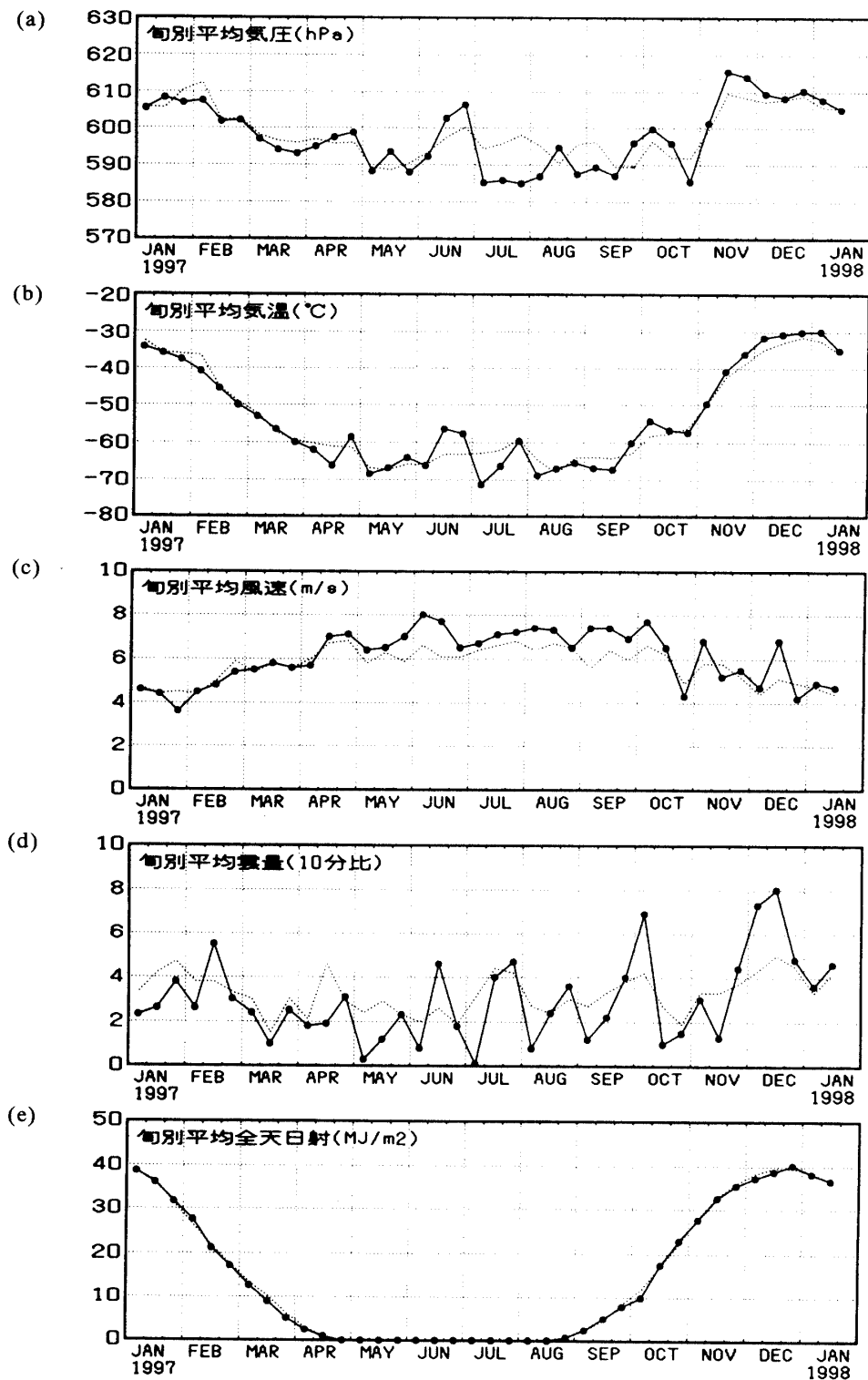


図1 1997年1月～1998年1月、ドームふじ観測拠点における気象状況(点線は累年平均)
 Fig. 1. Meteorological data at Dome Fuji Station, 1997-1998, a) Ten-day mean station pressure, b) ten-day mean temperature, c) ten-day mean wind speed, d) ten-day mean cloud amount and e) ten-day mean global solar radiation. Dotted line for three year mean.

浅層掘削は、ドームにおいて10月14日から11月14日までの掘削で130m深に達し、12月の第2回観測旅行では南緯79.0度、東経42.5度の地点で4日間で56.5m深に達した。なお、11月の第1回観測旅行ではドーム領域（ドームふじ観測拠点南・西方）周辺に26次隊で設置された雪尺の再測が行われ、12年間の堆雪量はほぼ100cmであった。

深層掘削は既述したように実施できなかったが、関連の作業として液面レベルの監視、ドリル引き上げの試みが行われた。また、37次掘削の深層コアのうち現場処理が行われていなかった2250～2500m分について、4月から6月にかけて密度計測、層位構造観察、電気伝導度測定、写真撮影を行い切断後コアケースへ収納した。さらに、コア保存雪洞の落盤で埋まっていたコアケースの掘り出し、修復を8月に実施、9月から11月には持ち帰りコアの梱包を行った。

37次隊に引き続き、積雪内に含まれている宇宙塵を採取する目的で、造水槽の底に溜まったヘドロと循環水フィルターに溜まったヘドロの採取を行った。

3.3. 南極大気・物質循環観測

38次隊で始まったプロジェクト研究観測の一つとして、南極大気・物質循環観測が計画されドームでは大気微量成分観測や大気物理観測が実施された。ドームにはこれまで氷床掘削の施設しかなく、これらの新たな観測には施設の整備から始める必要があった。観測機器の収容のための大気観測棟の建設、気球観測のための気球充填雪洞の掘削、気球充填室の建設や、気球充填用のヘリウムボンベの搬入、精密観測機器の組み立て、設置などが行われ、ほぼ予定した観測が実施された。

大気微量成分の観測は、特にエアロゾルとエアロゾルに関連するガス成分について、気球・ライダーによる鉛直分布の観測、地上での微量成分の連続観測、地上エアロゾル・微量ガスのサンプリングが行われた。気球観測は2kg及び3kgのゴム気球によりオゾンゾンデ13回、エアロゾルゾンデ14回の飛揚が行われ一部を除いて30kmを超える鉛直分布観測が実施できた。ライダーは2月から組み立てを開始し3月末からの観測・調整を経て4月から12月まで成層圏・対流圏観測と境界層・対流圏観測を213日間にわたり実施し、成層圏エアロゾル（極成層圏雲）の変動の様子などが捉えられた。地上での微量成分の連続観測は、エアロゾルについては3種の計測器で、水蒸気は露点湿度計で実施され、ほかに、地上オゾン濃度、大気中ラドン濃度の連続観測も実施された。微量成分サンプリングは、化学分析用の粒径別エアロゾルサンプリング、酸性ガス・アルカリ性ガスサンプリング、有機物分析用エアロゾルサンプリング、マイクロプローブ分析用エアロゾルサンプリング、カルボニルスルフォイド分析用エアロゾルサンプリング、揮発性有機化合物分析用吸着管サンプリングが実施された。

大気物理観測は、放射収支観測、雲分布観測、高層気象ゾンデ観測、係留ゾンデ観測が実

施された。これらの観測のため、放射計やゾンデ受信アンテナなどの屋外設置作業や気球充填室の建設が夏作業として実施された。放射収支観測は、下向き・上向き全短波放射量、波長約 $0.7\mu\text{m}$ 以下の上向き短波放射量、下向き・上向き長波放射量の観測が実施された。放射計への着霜の影響評価など課題は残っているがほぼ 1 年にわたる貴重なデータが得られた。雲分布観測は赤外全天カメラによる連続観測が予定されていたが、観測用の窓の曇り防止が困難なためなどから手持ちによる観測が日に数回実施された。高層気象ゾンデ観測は、上層風の算出に GPS を利用する GPS ゾンデを用い、5 月から 10 月の冬期強化観測期間は 2 日に 1 回、それ以外は 7-5 日に 1 回の観測とし、さらにブロッキング高気圧侵入時、雲量増加時等を中心として日に 1-4 回の観測をする強化観測が 7 期間について行われた。なお、帰路先発旅行隊では、MD150 で 3 回の観測が行われた。係留ゾンデ観測は地上 100m 程度までの境界層を観測するため 8 月から 1 月にかけて 37 日間行われ、逆転層の日変化などのデータが得られた。

3.4. 生物・医学観測

ドームの低圧・低温などの環境に起因する心身への影響について明らかにするため、いくつかの身体計測の準備が行われ、現地での測定や調査が行われた。主なものは、体重・体脂肪率の計測、皮下脂肪厚・四肢周囲径の計測、血液検査、エルゴメーターによる運動負荷テスト、高所順応の評価のための筋肉組織の標本採取、不眠調査などである。準備した測定器では、低圧や低温での使用に十分対応できていなかった面があった。

4. 設営経過概要

4.1. 電力・燃料

生活用電源は発電棟発電機 30kVA 2 台を 500 時間毎に交互運転した。掘削場発電機は 4-6 月のコア解析期間中の連続運転以外は月 1 回のドリル引き上げ時にのみ立ち上げた。燃料消費量は生活用では日に 100l、掘削場は日に 50l であった。発電用燃料は軽油を週 4 日、灯油または Jet-A1/JP-5 を週 3 日使用した。37 次から引き継いだ燃料は軽油や灯油類の合計で約 47000l で、補給旅行隊による補給量は 20000l、越冬中の使用量は生活用発電機に 36200l、掘削場発電機に 4000l、ボイラーに 3700l、観測旅行に約 5500l、帰路旅行に約 10600l であった。なお、越冬終了時の基地残燃料は 39 次隊補給量 23000l を加えて約 28000l となった。図 2 に月別消費電力量、図 3 に発電機の燃料消費量、表 2 に月別の各種燃料の消費量を示した。なお、後述するように、5 月から 9 月末まで車両の使用ができなかったことから、厳冬期、デポ地から基地内への燃料ドラムの運び込みは人力にたよらざるを得なかった。大変な労力であったが、隊員の自発的な行動に支えられた。

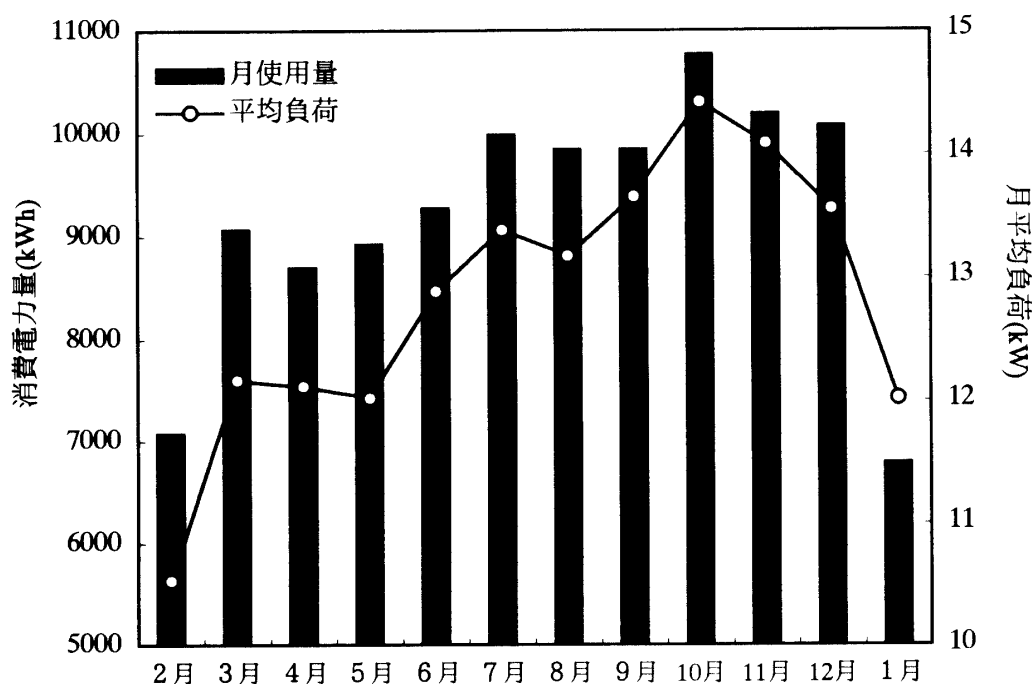


図 2 ドームふじ観測拠点における生活用発電機の月別消費電力量

Fig. 2. Monthly electric power supply at Dome Fuji Station, February 1997 to January 1998.

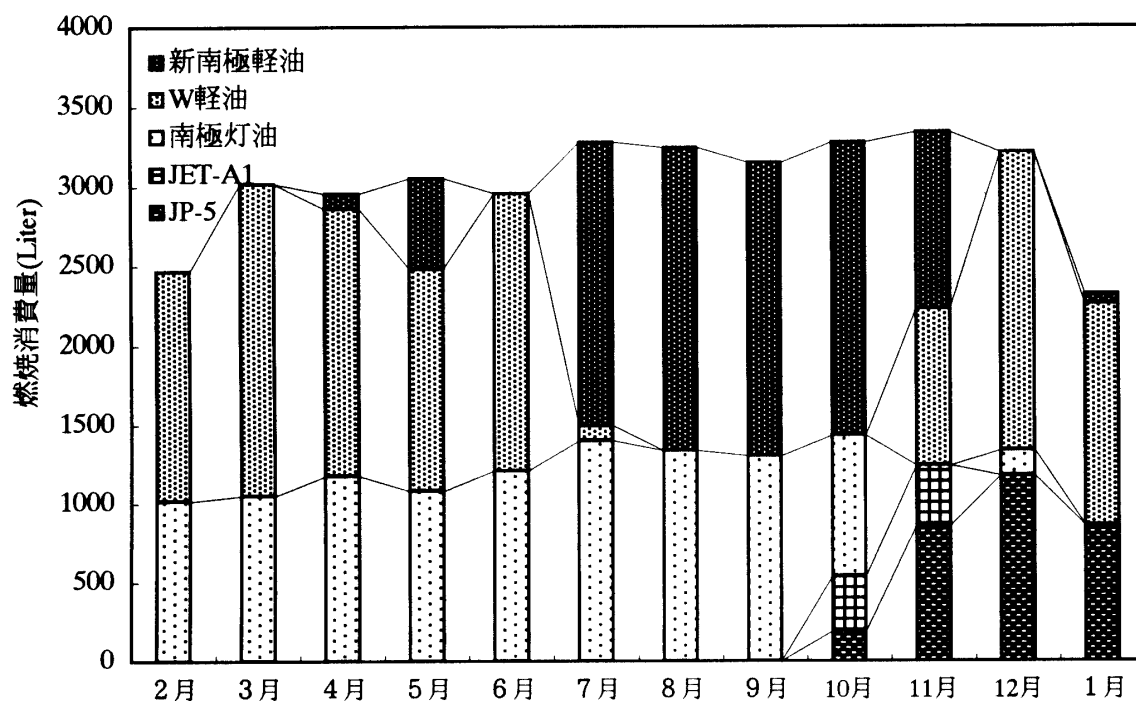


図 3 ドームふじ観測拠点における発電機月別燃料消費量

Fig. 3. Monthly fuel consumption by power generator at Dome Fuji Station, February 1997 to January 1998.

表 2 ドームふじ観測拠点における月別各種燃料消費量

Table 2. Monthly fuel consumption at Dome Fuji Station.

燃料消費内訳 (I)

	新 南 極 軽 油					W 軽 油				
	生活用発電機	掘削用発電機	車両用	発々	小 計	生活用発電機	掘削用発電機	車両用	発々	小 計
2 月	0	50	200		250	1,445	305			1,750
3 月	0	0	200		200	1,990	0			1,990
4 月	83	342	40		465	1,700	0			1,700
5 月	580	725			1,305	1,400	0			1,400
6 月	0	260			260	1,748	0			1,748
7 月	1,770	0	40		1,810	92	0			92
8 月	1,896	108			2,004	0	0			0
9 月	1,852	0			1,852	0	0			0
10 月	1,833	0	355		2,188	0	0			0
11 月	1,121	0	1,155		2,276	979	0	30	30	1,039
12 月	0	0	1,940	20	1,940	1,877	0		20	1,897
1 月	65	261	5,600	40	5,926	1,386	0		40	1,426
合 計	9,200	1,746	9,510	60	20,456	12,617	305	30	90	13,042

	灯 油 (南極灯油, Jet-A1, JP-5)								アブガス	消費燃料 合 計
	生活用発電機	掘削用発電機	車両用	ボイラー	マスター ヒーター	プレウ オーマー	気球油付	小 計	スノー モーター	
2 月	1,004	293		483	50	20		1,850	10	3,860
3 月	1,055	0		470	45			1,570		3,760
4 月	1,173	382		450	20			2,025		4,190
5 月	1,078	677		375	10		35	2,175		4,880
6 月	1,183	246		507	20		10	1,966		3,974
7 月	1,399	54		386	0	10	20	1,869		3,771
8 月	1,346	54		323	60	20		1,803		3,807
9 月	1,290	47		335	60		15	1,747		3,599
10 月	1,419	0		218	100	10		1,747	10	3,945
11 月	1,232	0	950	69	40			2,291	20	5,626
12 月	1,369	0	1,624	0	31			3,024		6,841
1 月	864	92	5,000	85				6,041		13,393
合 計	14,412	1,845	7,574	3,701	436	60	80	28,108	40	61,646

燃料収支

	新南極軽油	W 軽油	灯 油	アブガス	合 計
37 次隊からの引継量	15,692	8,639	22,342	70	46,743
38 次隊補給量	6,569	5,000	7,830	200	19,599
39 次隊補給量	10,700	0	12,100	200	23,000
38 次隊消費量	20,456	13,042	28,108	40	61,646
基地残燃料	12,505	597	14,164	430	27,696

4.2. 造水・排水

水の使用量は日平均 330l であった。図 4 に月別の水道使用量を示す。造水は、屋外または雪洞内の雪を造水槽にいれることにより行った。雪洞内には落盤による雪のほか、落盤防止のためや大気球充填雪洞を開削した雪があり、新たに雪洞を掘ることはなかった。フィルター清掃が当直業務となっていたが、この際の循環ポンプスイッチの入れ忘れにより、通路

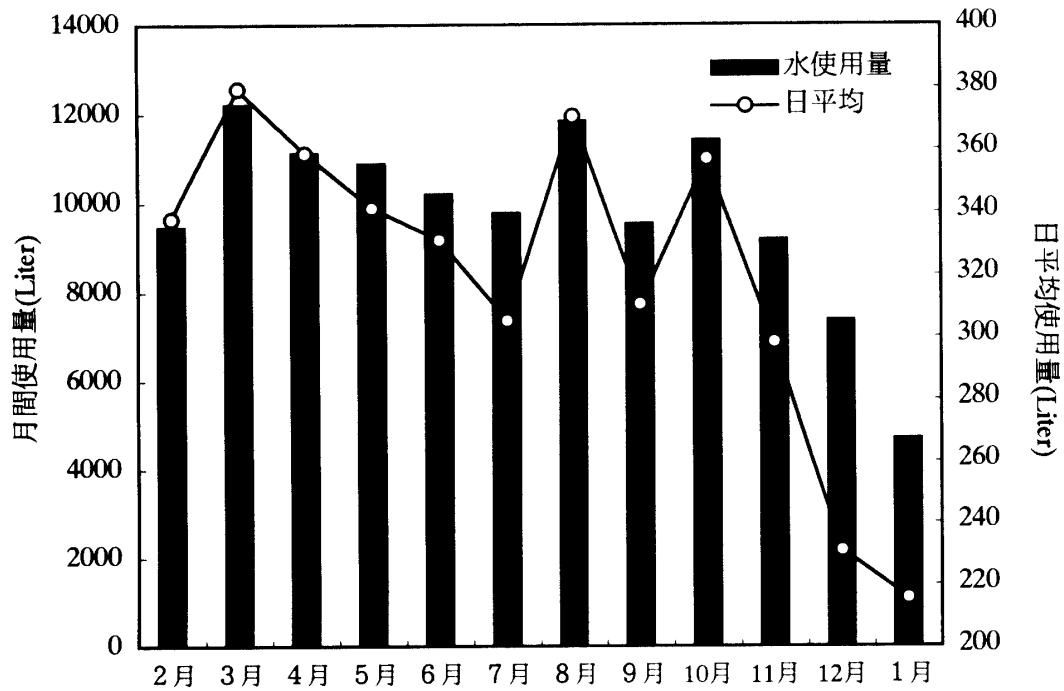


図 4 ドームふじ観測拠点における月別水使用量

Fig. 4. Monthly water supply at Dome Fuji Station, February 1997 to January 1998.

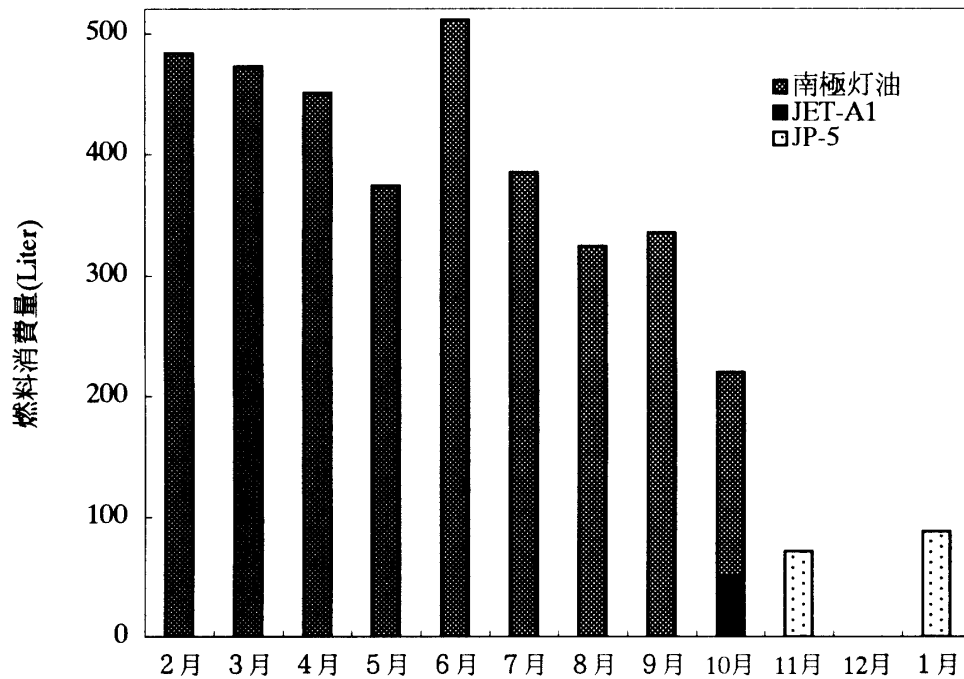


図 5 ドームふじ観測拠点におけるボイラー月別燃料消費量

Fig. 5. Monthly fuel consumption by heating boiler at Dome Fuji Station, February 1997 to January 1998.

下部の配管の凍結事故が 1 回あった。

排水槽は食堂と風呂にあり、排水は発電棟前で合流して屋外排水溝に随時、排水した。屋内の排水管は通路天井にあったが、換気設定のミスから通路気温が低下し凍結事故が 1 回発生した。また、夏期には、発電棟前通路に排水が原因と思われる異臭が発生した。

温水はボイラーにより追い炊き（55℃ 前後に設定）し、食堂と風呂・洗面所で使用した。燃料は灯油類で冬期間は月 500l 程度、夏期間は 100l 程度を消費した。図 5 にボイラーによる燃料消費量を示した。

4.3. 暖房・換気

各棟の暖房は循環する不凍液による温風暖房で、大気棟の建設に伴う分岐作業時に一時的に循環を停止させたが、特に不具合はなかった。

換気は原則として全室屋外または廊下へ排気した。食堂棟の換気扇は屋外が雪に埋まり排気による雪解けで廊下が浸水することがあり、ダクトを上向きにつける対策を行ったが、越冬後半期であったため効果は不明である。

発電棟と通路間の扉は、常時開放することで棟内の昇温、通路の冷却を防いだ。同じく、燃料庫を温めるために、発電棟の燃料庫側の扉も開放することとした。

4.4. 車両

越冬中にドームに残置された車両は雪上車 SM100 型 2 台（103, 104）、SM50 型 2 台（507, 520; 内 507 はヒアブ搭載）、D40PL ブルドーザー 1 台、ミニバックホー 1 台、スノーモービル 2 台であった。補給旅行でさらに SM106 号車が旅行用に残置された。このうちスノーモービルを除いて屋外デポしたが、オイルや不凍液の抜き取り、バッテリーの屋内保管等の低温対策を実施しなかった結果、SM104 号車ではエンジンのシーリングキャップの飛び出しなどの障害につながった。当初はウォーターポンプ亀裂が原因と推定されるなど、不凍液漏れの原因究明には時間がかかり、対策が完了したのは 12 月となった。また、プレウォームは -50℃ 以下では不凍液の粘性で過負荷となり使用できなかった。このため、屋外での車両の立ち上げはマスターヒーターによることとなったが、これも -50℃ 台でやっと可能な状況で、気温の推移を見ながらの車両運用となった。このような状況下、1 台を避難用車両としていたが、避難小屋内に雪上車を保管できなかったことから、現実に維持管理を十分に行うことはできず、厳寒期に避難の事態となった場合の車両の使用は不可能であったと予測される。37 次隊からの引き継ぎ時に雪洞の落盤があり、掘削コア試料置き場として使用できなくなり、避難小屋をコア貯蔵庫として使用することになったため、雪上車保管用に避難小屋が使用できなくなったことに問題があった。ブルドーザーも厳寒期、初歩的なミスながら暖機不足の結果オイル循環が不十分で、エンジンの焼き付きを引き起こした。いずれにしろ、冬期

低温下で車両立ち上げを容易にする施設が必須である。

そりはこれまでの内陸旅行での使用で傷んだものが多く、積載重量が大きい燃料そりなどの選択には注意を要した。また、そり枠の補修が必要なものが多くあった。

4.5. 建築

38 次では、新たに行われる大気観測のための大気観測棟の建設、大気球充填雪洞の掘削、気球充填室の建設などに加え、屋外冷凍食糧庫の建設、食堂棟前室の棚設置、居住棟前室の棚設置（バー設備用）などを行った。また、雪洞の落盤対策として天井部の開削を行った。

大気観測棟は、これまでの他の建物と同様、厚さ 10 cm の硬質ポリウレタン注入発泡パネルの組み合わせによるもので、大きさは半分の 4.5×4.5 m とした。観測棟に隣接させ、壁に通路を接続した。あらかじめ、大気リモートセンシング観測用に屋根に様々な加工を施して持ち込んだ。

高層気象観測用小型気球 (350 g) 充填およびヘリウムボンベ保管用に気球充填室を作った。基地主要部南端のスノーモービル保管小屋西側に隣接して作った。

雪洞に関しては、大型ゴム気球のガス充填のための雪洞掘削と、崩落を起こした第 2 雪取り雪洞の天井部のベニヤ板への張り替えを行った。気球充填雪洞は、大きさ $4 \times 4 \times 5$ m とし、壁面は断熱シートを張り、天井は単管パイプとオーニングシートによる開閉式とした。なお、この天井部が 6 月のブリザードによる大量のドリフトで崩落したため、さらに補強して使用した。なお、基地閉鎖時は、ベニヤ板で張り替えた。雪洞については、37 次からの交代時を含め幾度か崩落を起こしており、今後は計画段階から、さらなる安全面への配慮が必要である。

屋外冷凍食料庫は、資材の節約も兼ね、切り出した雪ブロックを積み上げ、既存基地建物壁面に増築する形で作った。幅 1.5 m (一部 3.5 m)、奥行き 12 m と広く、天井は断熱材を並べて塞いだ。

4.6. 通信

機器の更新等はなく、また、故障等もなかった。これまではパソコン通信によるファイル送信方式であったデータ通信は、電子メールシステムと基地内 LAN システムを運用し、電話やファクスより格安の経費で利用できることで活用された。国立科学博物館で開催された「南極展」会場への SSTV による画像送信をテストも含め 3 回行った。

昭和基地との短波 (HF) での通信はおおむね順調で、年間で交信不能日は 3 日のみであった。定時交信は毎日 13 時 LT に設定し、不通時 20 時 LT 再交信とした。それでも不通の場合はインマルサット電話で交信することとした。4 MHz, 7 MHz を主としたが、年間を通じ、昼間は 7 MHz が良好であった。その他、旅行隊との交信も定時交信を常に設定し、昭和基地と

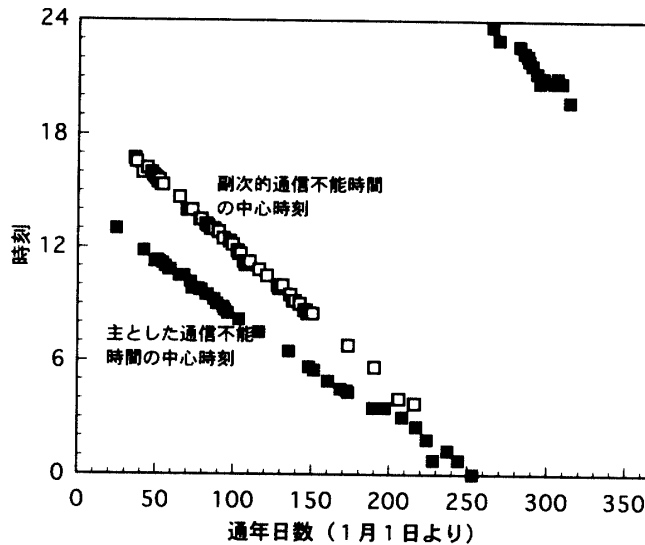


図 6 ドームふじ観測拠点におけるインマルサット使用不能時間の変化
 Fig. 6. Occurrence of weak signals from the INMARSAT used at Dome Fuji Station.

の交信も常にワッチし、必要に応じて中継した。なお、アースの不完全さからか、短波通信が観測機器へのノイズとして影響した。将来の課題である。

共同ニュースを年間を通じて受信したが、6月下旬から電子メールによる毎日デイリーニュースの配信が始まったため、意義は薄れた。

VHF は、1W のハンディー機を基地周辺で使用、車両との交信も利用した。基地局アンテナにより、旅行隊はルート上 MD700 (ドームふじから約 33 km) 前後で受信可能になり、MD 710 から双方向送受信可能となった。

インマルサットはサービスエリアから外れているとされているが、日に数時間、2 回の通信不能時間があることを除き、問題なく使用できた (図 6)。

電報は昭和基地を窓口とし、NTT 東京電報サービスセンターと原稿をファックスで送受信した。インマルサットのファックスの普及で、電報は年賀やミッドウインターの祝電がほとんどであった。

今次隊で初めて UUCP による電子メール運用を行った。2 月に立ち上げたが、トラブルが発生し、定常運用は 5 月からとなった。インマル衛星回線が不安定なため、30kB 程度が上限と思われ、一般には容量を 15kB に厳しく制限した。基地内にも LAN システムを張り、個人ベースの利用が可能となり、大いに活用された。

4.7. 食糧・調理

食糧の調達では、内陸基地での使用という面から生ゴミの発生をなくすことを目標にして作業がすすめられ、また、昨今の冷凍技術の進歩もあり、すべての野菜を含め多くの食材を

冷凍することにより多彩な調理が可能となった。このため、日本出発前にあらかじめ肉や魚は下ごしらえを行い、野菜についても、生野菜の調達は一切行わず、すべて冷凍品で持ち込んだ。冷凍品の保管は、従来雪洞で行っていたが、新しく建設した冷凍食料庫に一括して保管できるようになり便利になった。

調理設備は、かつてのあすか基地に比しても格段に劣り、9名の食事をまかなうには設備不足の感があった。

野菜栽培装置は液体肥料供給チューブの詰まりの解消により順調に稼動し、貝割れ大根、アルファルファ、サラダ菜、サニーレタス等、多彩な生鮮野菜が食卓をにぎわした。

ビールの製造は月に2回、1回当たり60l程度行われ、輸送の困難な缶ビールの不足が補われた。

4.8. 医療

高所・低温に加え、昭和基地から1000kmで緊急救援体制が望めないという条件での越冬にとって医療は重要な要素である。標高3810mのドームの気圧は、中緯度地方の4300mに相当し、酸素は平地の60%しかない。軽症ではあったが高山病の症状は、多少の個人差はあるが、ほぼ全員が経験した。しかし、現在の雪上車旅行では沿岸の昭和基地からの日数が長いことが幸いして、高度順応という点では高度獲得速度はほぼ安全域内と考えられる。将来、航空機等で短時間でドームに到達する際には、致命的な高山病の発生が危惧されるので、十分な対策を検討しておく必要がある。凍傷は、越冬開始後の気温の低下に伴い多くの隊員が経験したが、予防が重要であることが認識され、重度の凍傷はなかった。今後、いま一步の装備品の充実、特に、手指、足、顔面、耳を十分に保温できる物の開発が望まれる。生理的に低温に強く凍傷になりにくい隊員を選考することも考慮する余地があろう。不眠は5月から9月に多く、極夜の影響も考えられるが、一方、屋外での作業が少ないことも考慮する必要がある。さらに、居住空間が余りにも狭いということも影響したと考えられる。

その他の疾病では、足底や指のひび割れが多発した。低酸素による創傷治癒障害と乾燥が原因と思われる。また、歯科では、インレー（虫歯の詰め物）脱落が4名に5回発生した。歯科治療設備の充実が望まれる。

4.9. 環境保全

廃棄物の管理は、ドームふじ観測拠点の設備状況等のもとで、可能な限り昭和基地での「廃棄物処理細則」に従って行った。主要な廃棄物の月別概算値（集積量）を表3に示した。冬期は車両が使えず、作業できずに0となっている。36, 37次隊越冬中に排出された廃棄物も多く集積されたままであったので、調査の上、分別集積を行った。生活廃水の排水溝への集中投棄を除いて、一般廃棄物や排泄物等も空ドラムやフレキシブルコンテナなどに保管

表 3 ドームふじ観測拠点における廃棄物の月別排出量
 Table 3. Monthly amount of waste generated at Dome Fuji Station.

項目	容器	2月	3月	4月	5~8月	9月	10月	11月	12月	1月	年間計容積(m ³)
可燃物 小計	容積換算 (m ³)	12	4	4			1.2	0.4	1.2	5.6	34.8
内訳	(箱そり) フレキシブルコンテナ: 大 フレキシブルコンテナ: 中	3	1	1			3	1	3	14	20 6 8.8
木枠	ドラム缶								2		0.4
木枠	フレキシブルコンテナ: 大									1	1
木枠	フレキシブルコンテナ: 中									10	4
燃焼不適物	フレキシブルコンテナ: 大		1	2			3	1		5	13
布団	フレキシブルコンテナ: 大									2	2
廃油	ドラム缶		1					1	1	2	1.2
スチール類	ドラム缶			1				1		1	1.2
アルミ類	ドラム缶									1	0.8
その他の金属	ドラム缶			1				1	1	4	1.4
ガラス類	ドラム缶							1		2	0.8
現像液	ドラム缶									1	0.2
小便	ドラム缶	9	6	5			2	6	3	6	11.8
大便	ドラム缶	7	4	5			1	5	1	3	7
月合計容積(m ³)		15.2	7.2	8.4	0	0	15.2	4.8	4.4	2.8	79.6

そり積み可燃物の容積換算については、減容処理を考慮して、1台あたり4m³とした。

し、補給旅行隊および39次隊との合同帰路旅行で可能な限り持ち帰りを実施した。フレキシブルコンテナ詰め廃棄物およびドラム缶詰め一般廃棄物はすべて基地より搬出された。ドラム缶詰めだけで222本、延べ18.5そり分であった。

以上の結果、閉鎖時の残置廃棄物はドラム類163本、空ドラム416本、廃材等約2トン、そのほか埋め立て保管地が8カ所で推定160m³となっている。埋め立て危険物以外は、今後の燃料輸送等のドーム旅行の帰路にそり積み持ち帰ることで、2-3年で搬出可能と思われる。将来の越冬で問題となるのは、小便、生活廃水の処理および空きドラム缶である。生活廃水は投棄されているが、基地内に異臭が発生したり、生活上、観測上問題となる可能性もあり、今後、環境保護の観点からも検討が必要であろう。

5. 観測旅行

1) 第1回ドームふじ周辺観測旅行

ドームふじ観測拠点の西方に26次隊で設置された雪尺の再測を主な目的とした旅行で(図7参照), 4名で11月22日から27日, 6日間の予定どおりに実施された。走行距離は354 kmで, 車両はSM100型車2台(103, 106号車), そり2台を使用した。このDFルート(図7参照)の雪尺は, 33次隊で一部再測されているが, 全体を再測するのは初めてであり, 12年間の堆積量が観測できた。

2) 第2回ドームふじ周辺観測旅行

ドームふじ観測拠点の南方での浅層掘削と雪氷観測を主な目的とした旅行で(図7参照), 4名で12月8日から21日までの14日間の予定を1日早く終了し基地へ帰投した。走行距離

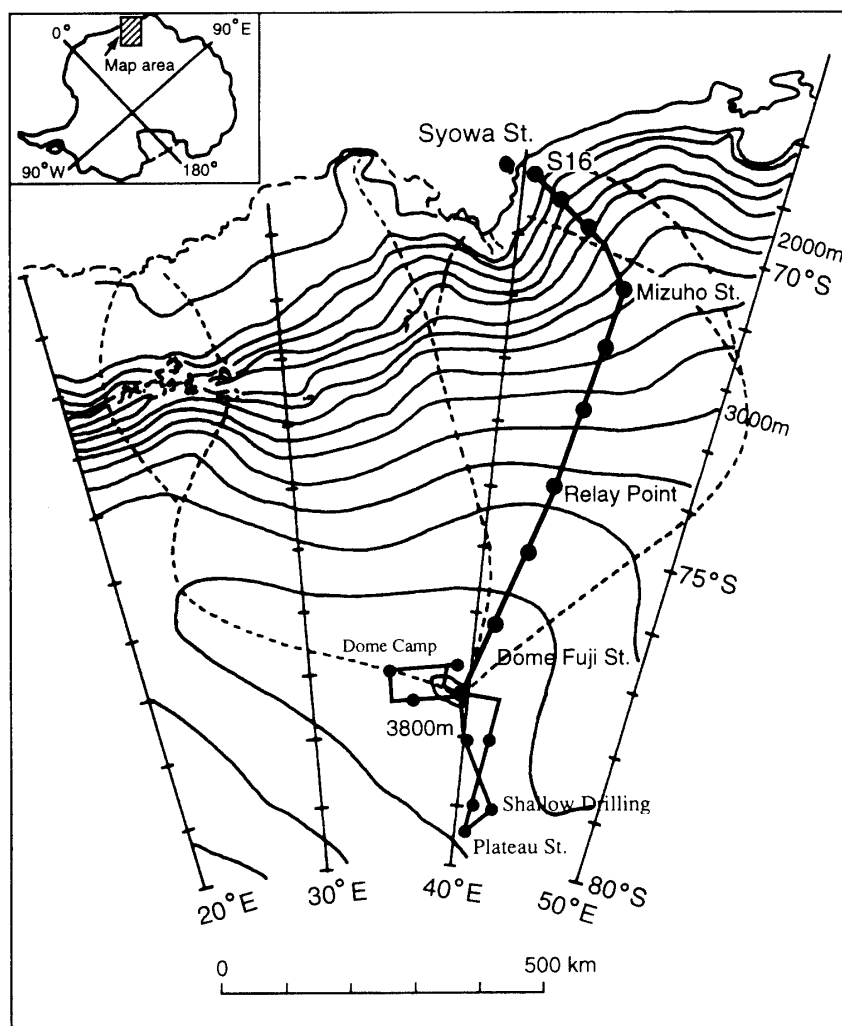


図7 ドームふじ観測拠点周辺の雪氷観測ルートと昭和基地からのトラバースルート
 Fig. 7. Traverse route of glaciological observations around Dome Fuji Station, and route from Syowa Station.

は 525 km, 車両は SM100 型車 2 台 (103, 106 号車), そり 5 台を使用した。ルートは以前の極点ルートと交差したが, 8 次, 9 次隊で設置された雪尺は発見できなかった。3 日目に, 1968 年に閉鎖されたプラトー基地跡 (アメリカ) を発見した。32 m タワーがそびえていたが, 基地建物はオーロラ観測棟をのぞいて雪面下 2 m 以上埋まっていた。その後, 79.0°S, 42.5°E の地点で, 56 m までの浅層掘削を行った。

6. 一時閉鎖作業

ドームふじ観測拠点は 38 次以後数年間は越冬が予定されていないことから, 機械設備を中心に一時閉鎖作業を行った。

1) 冷水循環系・温水循環系

発電機停止の前日に冷水循環系の水抜きを行った。排水タンクは最後に不凍液を注入しての排水を行い凍結対策とした。温水循環系は 72% 不凍液を使っておりそのままとした。

2) 発電機エンジン

生活用発電機エンジンは越冬最終日 (1998 年 1 月 24 日) に停止した。停止後オイル交換, 不凍液抜き取りを行い, 煙突マスキング, ブローバイガス配管マスキングを行った。掘削用発電機エンジンはこれ以前に同様の処置をした。燃料タンクは, 温水系のボイラーも含めて

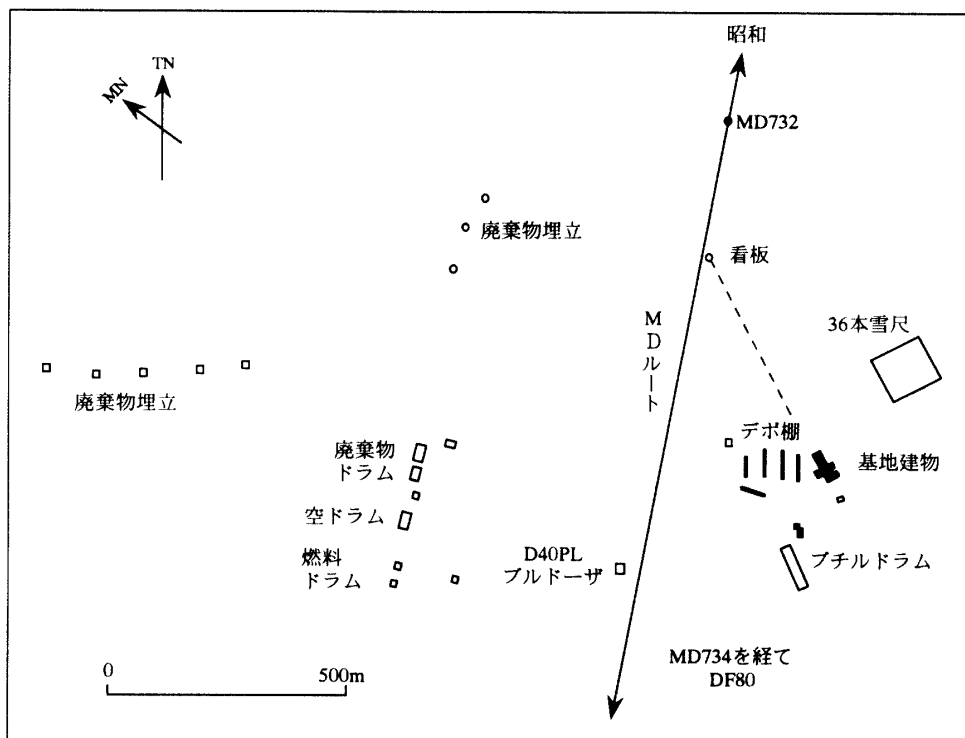


図 8 ドームふじ観測拠点における閉鎖時の状況

Fig. 8. Distribution map of fuel and waste depot at Dome Fuji Station at the closing.

霜対策のため満タンとした。

3) 車両

D40PL ブルドーザーはエンジン焼き付きにより使用不能となったため、基地西方 500 m 地点にデポした。ミニバックホーはそり積みにし基地西側 100 m にデポした。ほか、ライナーが破損したそり 1 台も同地点にデポした。これ以外はすべて S16 に輸送した。

4) 燃料

燃料庫およびスノーモービル小屋にドラム約 50 本、基地西方約 1 km 地点にドラム 99 本をデポした。

5) 屋外デポ

デポ棚は不要物品を整理し、残置物品の確認を行った。作業足場でできたデポ棚は下部がドリフトに埋まりかけてきたため、上部にのみデポした。直置きデポは新たにデポ棚を作成しデポした。以前の隊の廃棄物ドラムで埋まりかけていたものがあったため、掘り起こして基地西方約 1 km 地点にデポした。閉鎖時の状況を図 8 に示す。

7. おわりに

ドームふじ観測拠点における 1 年間の越冬を終了し、すばらしい成果を上げることができたこと、関係各位に感謝申し上げる。前次隊、37 次の藤井理行隊長他ドーム越冬隊員には引き継ぎで、また、39 次ドームふじ旅行隊メンバーには基地閉鎖作業や車両整備でお世話になった。燃料・物資・人員の輸送では、S16 での積み下ろし作業、S30 での氷床コア試料積込作業を含め、帖佐正和艦長はじめ観測船「しらせ」乗員一同のたゆまぬご支援を受けた。厳しい環境の中、閉鎖社会での越冬を無事終了することができたことは、ひとえにドーム越冬隊員一人一人の不屈の精神のたまものと感謝している。越冬中に、様々な問題点、物理的な危険の可能性、基地運営・組織上の問題等指摘された。一部は本文中に反映させたが、将来、予想されているドームふじ再開の場合に、参考とされるよう願っている。

文 献

- 国立極地研究所編 (1998): 日本南極地域観測隊第 38 次隊報告 (1996-1998). 東京, 589 p.
山内 恭 (1999): 第 38 次南極地域観測隊昭和基地越冬報告 1997-1998. 南極資料, 43, 58-95.

(1999 年 9 月 7 日受付; 1999 年 9 月 22 日受理)